

⑨ 公開特許公報 (A) 昭60-204086

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑫ 公開 昭和60年(1985)10月15日

G 06 K 9/00

C-8320-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全13頁)

⑬ 発明の名称 物体識別装置

⑭ 特 願 昭59-58472

⑮ 出 願 昭59(1984)3月28日

⑯ 発 明 者 本 郷 保 夫 川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機製造株式会社内

⑰ 出 願 人 富士電機株式会社 川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑱ 代 理 人 弁理士 並木 昭夫 外1名

明 細 書

1 発明の名称

物体識別装置

2 特許請求の範囲

物体を二次元撮像手段によりラスタ走査して得られる撮像信号を二値化し、画素化することによつて少なくとも前記物体を表わす画素のうち背景と境界をなす画素に関する特徴情報を抽出する特徴情報抽出手段と、該境界点画素を逐次逐て形成される物体輪郭曲線の所定長さ毎の勾配、曲率からその折点または変曲点を求め、各折点または変曲点間を結ぶ各線分をそれぞれ図形の基本要素(プリミティブ)である直線、円(円弧を含む)または楕円(楕円弧を含む)のいずれかにより表現し、該プリミティブ表現される各成分毎に最も良く適合する直線、円または楕円を同定してプリミティブ毎にその属性値を求める一方、各プリミティブ毎にその主特徴点を定数し、該主特徴点によつて全プリミティブ間の位置関係を表わす距離マップを演算する演算処理手段と、少なくとも各

プリミティブの属性値とプリミティブ間の距離マップとを記憶する辞書メモリとを備え、複数の物体の1つまたは複合体の各々についてプリミティブ属性値と距離マップとを予め求めて該辞書メモリに格納し、しかる後、未知物体を処理して得られるプリミティブ属性値、距離マップについて辞書メモリに格納されているものとの照合を行ない、その一致度が高いものから未知物体を識別することを特徴とする物体識別装置。

3 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

この発明は、ITV(工業用テレビジョン)カメラなどの2次元光学センサにより物体を撮像し、その輪郭情報から予め学習によつて得た情報と同じ情報をもつ物体を抽出または識別する、例えば産業用ロボットの視覚機能として好適な物体識別装置に関する。

〔従来技術とその問題点〕

この種の技術としては、Automatix社のAutovision IIと呼ばれるものが知られている。こ

の装設は、スタンフォード大学研究所で開発されたスタンフォードアルゴリズムを用いたものである。このスタンフォードアルゴリズムは、多数の特徴量（面積、長さ／幅、周辺長、重心、傾き、重心からの最大長、重心からの最小長、重心からの平均長、穴の数、その他）を5〜10回測定して、その統計処理により平均値や偏差値を求めて設定値を決定し、これにもとづいて識別を行なうものである。この装置の場合、対象とする物体が孤立したプロブ（BLOB）またはパターンであることが必要であり、検査時に複数の物体同士が接触または重複している、判定ができないまたは誤判定となる問題点を有している。

〔発明の目的〕

この発明は、識別対象となる複数の物体が互いに接触または重複する場合でも、正しく識別することができる物体識別装置を提供することを目的とする。

〔発明の要点〕

この発明は、物体の輪郭を図形の基本要素であ

るプリミティブに分割して、予め学習した物体のプリミティブ表現と未知物体のプリミティブ表現とを照合して、そのプリミティブ表現の一致度により物体を識別または検出しようとするもので、輪郭形状が任意のものを直線、円、楕円の3種類のプリミティブを使用して表現することにより照合（matching）のための組み合わせを少なくし、処理の短縮を図るようにしたものである。

〔発明の実施例〕

第1図はこの発明の実施例を示す構成図、第2図は2値化画像例を説明するための説明図、第3図は学習モード時の処理動作を説明するフローチャートである。第1図において、1はITVカメラ、2は物体識別装置であり、これは前処理回路21、特徴抽出回路22、画像メモリ23、画像処理プロセス24およびインタフェイス回路25等から構成されている。なお、3はモニタテレビである。

背景4と配色が異なる物体5、6はITVカメラ1によつて撮像され、ITVカメラ1からのビデオ

信号は、物体識別装置2の前処理回路21によつて2値信号に変換される。特徴抽出回路22は、この2値化画像を所定の大きさの画素に分割するとともに、各画素または一水平走査線上における画素のつながりを表わすセグメント等に関する情報を抽出し、DMA（Direct Memory Access）モードで画像メモリ23に書き込む。画像処理プロセス24は、画像メモリ23から読み出される情報にもとづいて所定の画像処理または物体の識別処理を行なう一方、インタフェイス回路25を通して学習指令または識別指令（IN）を受け、学習した画像処理情報を図示されないメモリに格納するか、または識別処理結果（OT）を出力する。モニタTV3は、ITVカメラ1にて撮像した画像をそのまま表示したり、あるいは第2図の如く、2値化画像を表示したりすることができる。

ここで、外部から学習指令が与えられると、第3図の①〜⑥に示される一連の演算処理が行なわれる。以下、この順に図面を参照しつつ説明する。なお、第4図は学習すべき物体とそのプリミティ

ブ分割態様を説明するための説明図、第5図は物体とその勾配および曲率の関係を説明するための説明図、第6図は方向コードとその増、減量を説明する説明図、第7図は方向コードの決定方法を説明するための説明図、第8図は凸点および凹点を説明するための説明図、第9図は第4図（A）または第5図（A）に示される物体OBの階層構造を説明するための説明図、第10図は同じく物体OBの位相関係を説明するための説明図、第11図は各プリミティブの主特徴点を説明するための説明図である。

①セグメント情報入力

まず、前処理回路21、特徴抽出回路22を介して画像メモリ23に格納された2値画像のセグメント情報が画像処理プロセス24に入力される。なお、セグメント情報には以下の如きものがある。

- (イ) セグメントの長さ；Ai
- (ロ) セグメントの右点X座標；Xi
- (ハ) セグメントのY座標；Yi

(ニ) セグメントの単片番号; Ns_i

(ホ) 単片の連結対情報

つまり、上記(イ)、(ロ)、(ハ)は各セグメントに固有の情報であり、(ニ)、(ホ)はセグメントどうしの連結性を調べ、各セグメントがどのプロップまたはパターンに属するかを知るために必要な情報である。

②境界点追跡

同じプロップまたはパターンに属するセグメントのうち、背景と境界をなす画素(境界画素)が抽出され、この境界画素が所定のルールで追跡される。例えば、第2図に示される如く、テレビカメラの有効画面9内に、円形物体8と矩形物体8とが重なって配置されているものとすると、画像処理プロセスは境界画素を逐次追跡する境界線路上を、図の矢印の如く左回り(右回りでもよい)に追跡して、境界点列{ x_{bi} }を求める。なお、 x_{bi} は境界点座標をベクトル表示したもので、以後(・)印を付してベクトル量を表わすこととする。また、左(右)回りとは、プロップまたはパターン

を常に左(右)手に見ながら境界点を追跡する方向である。

③プリミティブ分割

境界画素を順次結んで得られる境界線または周は、一般的には、図形の基本要素をもつて表現することができる。この基本要素をプリミティブと呼び、ここでは次の3種類を考える。

(a) 直線または直線線分 (line)

(b) 円または円弧 (circle)

(c) 楕円または楕円弧 (ellipse)

例えば、第4図(A)の如き物体をプリミティブに分割すると、同図(B)に示す5つのプリミティブPR1~5に分割できることがわかる。これは、人間ならば容易に識別し得るところであるが、機械では、こう簡単には行かないので、この実施例では以下のようにする。

つまり、結局的に云うと境界線の周方向の勾配 t および曲率 k を定義し、この勾配が急変する折点や曲率の符号が変わる変曲点を求め、これらの点によつて境界線を切断し、この切断された部分

が直線、円または円弧、楕円または楕円弧のいずれであるか、すなわち、どのプリミティブで表わされるかを調べるものである。例えば、物体の形状が第5図(A)の如く表わされるものとすると、これは点 $P_1 \sim P_8$ の集合で表わされる外周と、点 Q_1, Q_2 の集合で表わされる内周とを有しており、外周を表わす点 $P_1, P_3 \sim P_4$ が折点であり、内周には折点も変曲点もないので、結局は第4図で説明した如く、5つのプリミティブに分割されることになる。

ここで、上述の如く定義される勾配 t について説明する。まず、勾配 t を求めるために、第6図(A)の如き方向コード、および同図(B)の如き方向コードの増、減量なる概念を導入する。これは、或る物体の2値化画像が第7図(A)の如く表わされる場合に、点 P_0 を基点として P_1 点から順に境界画素を在回りに追跡するとき、点 P_1 の点 P_0 に対する方向を第6図(A)に示すように求めるとともに、点 P_2 の P_1 に対する増、加減量を同図(B)から求める操作を点 P_3, P_4, \dots につ

いて順次繰り返すことにより、方向コード d_j を求めるものである。すなわち、第7図(A)の点 P_1 は点 P_0 に対して左斜め下にあることから、第6図(A)で示される方向「5」であることがわかり(方向コード5)、また、点 P_2, P_3 は点 P_1 と同方向であるから増、減量は「0」であり、点 P_4 では点 P_3 の方向に対して左方向に90度変化しているから、第6図(B)において、点 P_3 の方向を「0」に合わせて考えれば、方向コードの増分は「+2」となり、方向コードは「7」(5+2)ということになる。このようにして、第7図(A)の如き物体の方向コード d_j を求める、

⑤→⑧→⑤→⑦→⑦→⑥→⑧→⑦→⑧→⑧→⑤
→⑩→⑨→⑫→⑪→⑪→⑫→⑪

の如くなる。なお、上記において、(○)印で囲んだ数字は、長さが1画素の $\sqrt{2}$ 倍のものであり、他は1画素のものである。したがって、この方向コード d_j を周長 s_j との関係で示すと、第7図(B)の如くなり、全周長は、(6+12 $\sqrt{2}$)画素長

となる。

ところで、このようにして求められる方向コード d_j は、このまゝの値では変動が大きいため、周長 s_j 近傍での平均値を求め、これを勾配 t_j と定義することにする。

$$t_j = \frac{\sum_{j' \in S_j} d_{j'} \times ds_{j'}}{\sum_{j' \in S_j} ds_{j'}} \quad (1)$$

つまり、勾配 t_j は、方向コードを(1)式の如くしてスムージング (Smoothing; 平滑化) したものである。なお、 $ds_{j'}$ は $d_{j'}$ が奇数のとき $\sqrt{2}$ (画素) で、偶数のとき 1 (画素) である。また、 s_j は周長 s_j の近傍である。また、(1)式の分母は、その近傍の長さ (l_j) を表わしており、通常は 1~5 画素程度に選ばれる。これは、この長さ (l_j) をあまり大きくすると、勾配 t_j がなだらかとなつて、折点や変曲点が検出できなくなるからである。

次に、勾配 t_j を用いて曲率 k_j を次式の如く定義する。

$$k_j = \frac{t_{j+d_j} - t_{j-d_j}}{s_{j+d_j} - s_{j-d_j}} \quad (2)$$

このようにして、第5図(A)の如き物体の外周および内周について、勾配と曲率とを求めると同図(B)、(C)の如く表わされる。

さらに、折点や変曲点は次式の如き量、すなわち急峻係数 r_j によつて評価する。

$$r_j = k_j - \frac{k_{j+d_j} + k_{j-d_j}}{2} \quad (3)$$

これは、第8図からも明らかなように、 j 点の勾配とその前後の点における勾配の平均値との差をとるものであり、この値 r_j が極大で正の値のとき凸点とし、極小で負の値のとき凹点として、これら凸点と凹点とをもつて折点を表わすものとする。なお、変曲点は第5図(A)の図形には含まれていないが、勾配 k_j の値が正から負、または負から正の如く符号が変化する点を云い、折点の如く急激に変化しないものである。

以上のように定義される折点 (凸点、凹点) を

たは変曲点によつて、各プロブまたはパターンの内、外周を分割することが可能となり、この例を示したのが第4図(B)である。

④プリミティブ属性演算

ここでは、上記の如く分割された線分が、いずれのプリミティブに属するか判定が行なわれる。つまり、プリミティブの勾配 t_j と曲率 k_j とで表わされる特徴は、一般的に第1表の如く表わされるので、この性質を利用して直線であるのか、円であるのか、または楕円であるのかと判別されるときに、以下の如く、最小2乗法による同定が行なわれる。

第1表

プロブタイプ 特徴	直線	円	楕円
勾配 t_j	一定	直線傾斜	波形傾斜
曲率 k_j	ゼロ	一定	波形

いま、分割された周上の境界点座標 \dot{x}_{bi} を通る曲線の式を、

$$F(\dot{x}_{bi}, \dot{c}_j) = 0 \quad (4)$$

の如く表わし、その分割された部分の境界点総数を N_B として、最小2乗法による評価関数 δ を次式によつて定義する。

$$\delta = \sum_{i=1}^{N_B} \{F(\dot{x}_{bi}, \dot{c}_j)\}^2 \quad (5)$$

この場合、境界点の数が増えると、(4)式を常に満たす関数 F のパラメータが一義的に決まらないので、誤差の2乗の総和である δ が極小となるパラメータ \dot{c}_j を求め、この \dot{c}_j によつて決まる曲線を周の部分にフィット (適合) する曲線とする。ここでは、3種類のプリミティブに対して、具体的に次の各式が適用される。

$$(\dot{x}_{bi} - \dot{c}_0) \cdot \dot{c}_1 = 0 \quad (6)$$

$$(\dot{x}_{bi} - \dot{c}_0)^2 = \dot{c}_1^2 \quad (7)$$

$$|\dot{x}_{bi} - \dot{c}_0| + |\dot{x}_{bi} - \dot{c}_1| = \dot{c}_2 \quad (8)$$

つまり、(6)、(7)、(8)式は、それぞれ直線、円、楕円を表わす一般式である。なお、 \hat{c}_0 、 \hat{c}_1 は或る点をベクトル表示したものであり、 c_1 、 c_2 は定数である。

また、極小の条件は、

$$\frac{\partial \delta(\hat{x}_{bi}, \hat{c}_j)}{\partial \hat{c}_j} = 0 \quad \dots\dots (9)$$

として求められ、このパラメータに関する連立方程式を解くことによつて、プリミティブの決定が行なわれる。さらに、求められたパラメータを \hat{c}_j とし、このときの評価値 \hat{s}_0 を先の(5)式から求め、

$$\hat{s}_0 / \hat{s}_0 < \delta \delta \text{ (一定値)} \quad \dots\dots (10)$$

なる関係を満たすとき、その線分をこのパラメータ \hat{c}_j によつて同定される曲線とする。なお、 \hat{s}_0 は分割された周の部分の長さである。

以上の処理が行なわれると、すべてのプロブのすべての周(境界線)が所定のプリミティブでそ

れぞれ表現されることになる。

次に、各プリミティブ毎に次の如き属性値が求められる。

(a) ネーム(Name); 直線には「1」、円には「2」、円弧には「3」、楕円には「4」、楕円弧には「5」がそれぞれ付けられる。なお、ノイズ線分は、これらのいずれとも同定できなかったプリミティブのことで、そのネームは「0」である。

(b) 端点; 両端の座標 \hat{x}_g, \hat{x}_E

(c) 中心; 中心座標 \hat{x}_0

(d) 径(長径, 短径); R_A, R_B

(e) 主方向; 方向ベクトル \vec{L}_P

(f) 線分長; s_P

なお、以上についてまとめると、第2表の如くなる。また、主方向は、楕円については焦点を通る主軸方向、また、円については一線的に定まらないので、便宜上X軸方向(1, 0)とし、直線についてはその線分方向とする。

第 2 表

プリミティブ 属性	楕 円	円	直 線
ネーム Name	楕円→4 楕円弧→5	円→2 円弧→3	1
端 点 \hat{x}_g, \hat{x}_E	\hat{x}_g, \hat{x}_E	\hat{x}_g, \hat{x}_E	\hat{x}_g, \hat{x}_E
中 心 \hat{x}_0	楕円中心 \hat{x}_0	円中心 \hat{x}_0	線分中心 $\hat{x}_0 = \frac{\hat{x}_g + \hat{x}_E}{2}$
径 R_A, R_B	長径 R_A 短径 R_B	半径 R $R_A = R_B = R$	$R_A = R_B = \frac{ \hat{x}_g - \hat{x}_E }{2}$
主方向 \vec{L}_P	楕円主軸 \vec{L}_P	水平軸 $\vec{L}_P = (1, 0)$	線分方向 $\vec{L}_P = \frac{\hat{x}_E - \hat{x}_g}{ \hat{x}_E - \hat{x}_g }$
線分長 s_P	周 長 s_P	周 長 s_P	長 さ $s_P = \hat{x}_E - \hat{x}_g $

⑤プリミティブ相関関係の演算

以上のことから、各物体は第9図の如き階層構造によつて表現される。つまり、物体(OBJECT)はいくつかのプロブ(BLOB)から構成され、さらに各プロブは1個の外周(PERIPHERY-1)といくつかの内周(PERIPHERY-2)とから形成される。各周は、上述の例ではプリミティブPR1~PR5に分解され、それぞれ属性値ATT-1~ATT-5を有している。したがつて、プリミティブが第1の周に含まれていれば、外周のプリミティブであることがわかり、プリミティブの番号付けが、境界追跡のための所定のルールに従つて行なわれている限りは、そのプリミティブの配列も、第9図の如き階層構造のトリー図から分かることになる。

物体の各プリミティブの相関関係は、上述の如き例では、第10図の如く表現される。なお、この図を描くための規則は次の通りである。

(a) プロブの第1番目の周は外周であり、第2番目以後は内周である。

(b) プリミティブの番号付けは、境界線追跡の順番に従って行なう。

以上によつて、プリミティブの相関々係が求められたことになるが、こゝでの相関々係とは、プリミティブ間士の連鎖を意味するものであり、個々のプリミティブの配列順番と、外周および内周の区別を行なうものである。

⑤主特徴点抽出

次に各プリミティブの位置関係を明らかにするために、各プリミティブについて次の如き量をもつて主特徴点を定義する。

(a) 直線; 両端点 (2点) \dot{x}_S, \dot{x}_E

(b) 円; 中心 (1点) \dot{x}_O

(c) 楕円; 焦点 (2点) $\dot{x}_{E1}, \dot{x}_{E2}$

(d) 円弧; 両端点と中心 (3点)

$$\dot{x}_S, \dot{x}_E, \dot{x}_O$$

(e) 楕円弧; 両端点と中心 (3点)

$$\dot{x}_S, \dot{x}_E, \dot{x}_O$$

以上の関係を図示すると、第11図の如くなる。

⑥距離マップの演算

は「0」を埋めるとともに、主特徴点座標が「0」のときは、それに対応するDijの要素も「0」とするものである。そして、各物体は、いくつかのプリミティブから構成されることになるので、このプリミティブ総数 N_{TPR} に対して、距離の個数は、 $N_{TPR}C_2$ となるが、この距離行列の集合 {Dij} を、ここでは距離マップと呼ぶことにする。なお、プリミティブの数とともに距離行列の数が増え、処理時間が長くなるので、適宜な手段によつて処理の高速化を図ることが望ましい。

上記(11)式は、主特徴点が3つの場合であつたが、第1番目の周についての主特徴点集合が

$$\{\dot{x}_{P1}^i, \dot{x}_{P2}^i, \dots, \dot{x}_{PM}^i\}$$

で、第j番目の周についてのそれが

$$\{\dot{x}_{P1}^j, \dot{x}_{P2}^j, \dots, \dot{x}_{PM}^j\}$$

の如くであるとすると、その距離マップ M^{ij} は、

次に、プリミティブ P Ri と P R j との間に、距離 D ij なる概念を導入する。各プリミティブ毎に、主特徴点を第3表の如く対応させると、この距離 D ij は、

$$D_{ij} = \begin{pmatrix} |\dot{x}_{PAi} - \dot{x}_{PAj}| & |\dot{x}_{PAi} - \dot{x}_{PBj}| & |\dot{x}_{PAi} - \dot{x}_{POj}| \\ |\dot{x}_{PBi} - \dot{x}_{PAj}| & |\dot{x}_{PBi} - \dot{x}_{PBj}| & |\dot{x}_{PBi} - \dot{x}_{POj}| \\ |\dot{x}_{POi} - \dot{x}_{PAj}| & |\dot{x}_{POi} - \dot{x}_{PBj}| & |\dot{x}_{POi} - \dot{x}_{POj}| \end{pmatrix} \dots \dots (11)$$

第3表

ネーム	1	2	3	4	5
主特徴点					
\dot{x}_{PA}	\dot{x}_S	\dot{x}_O	\dot{x}_S	\dot{x}_{E1}	\dot{x}_S
\dot{x}_{PB}	\dot{x}_E		\dot{x}_O	\dot{x}_{E2}	\dot{x}_O
\dot{x}_{PO}			\dot{x}_E		\dot{x}_E

ただし、プリミティブの種類によつては、主特徴点は1つまたは2つで、3つない場合もあるが、その場合は、(11)式で表わされる行列Dijの要素の部分は計算しない。つまり、第3表の空白部に

$$M^{ij} = \begin{pmatrix} |\dot{x}_{P1}^i - \dot{x}_{P1}^j| & |\dot{x}_{P1}^i - \dot{x}_{P2}^j| & \dots & |\dot{x}_{P1}^i - \dot{x}_{PM}^j| \\ |\dot{x}_{P2}^i - \dot{x}_{P1}^j| & |\dot{x}_{P2}^i - \dot{x}_{P2}^j| & \dots & |\dot{x}_{P2}^i - \dot{x}_{PM}^j| \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ |\dot{x}_{PM}^i - \dot{x}_{P1}^j| & |\dot{x}_{PM}^i - \dot{x}_{P2}^j| & \dots & |\dot{x}_{PM}^i - \dot{x}_{PM}^j| \end{pmatrix} \dots \dots (12)$$

の如く表わされる。なお、ここで云う主特徴点集合は、重複したものを含まない集合である。つまり、第5図(A)の如く表わされる物体の主特徴点の1つである、例えば P 1 点はプリミティブ1と2によつて重複して表わされることになるので、これをいずれか1つにまとめる如き操作をした集合ということである。

以上によつて、或る物体についての学習が終了し、その結果は、図示されない辞書メモリに格納される。そして、対象とするすべての物体についての学習が終了したら(第3図④参照)、以下に述べる識別モードに移行する。

第12図は、画像処理プロセスによる識別処理動作を説明するためのフローチャートである。

い、外部から識別指令が与えられると、まず、セグメント情報を入力して(①参照)、境界点追跡を行なう(②参照)。そして、各周毎に勾配と曲率から折点と変曲点を決定し、これによつて周をプリミティブに分割した後(③参照)、各プリミティブの属性である、ネーム、端点、中心、径、主方向および総分長を求める(④参照)。なお、ここ迄の処理は、学習処理の場合と同じである。各物体の辞書パターンとしては、プリミティブの階層構造(相関々係を含む)およびその属性、各プリミティブに関する主特徴点および各周毎の主特徴点集合、さらには周間の距離マップがあるので、これらを照合して候補パターンを抽出する(⑤、⑥参照)。このとき、識別対象は複数の物体を含んでいたり、互いに重なり合つたりして物体の境界が明瞭でないで、識別対象をプリミティブに分解して辞書パターンとの一致度の高い候補パターン、つまりプリミティブの組み合わせ

を抽出する。また、プリミティブは切れていたり、並びが正しくなかつたりするので、いくつかの候補パターンが識別対象の2直画像から切り出される。これらについて主特徴点を求め(⑦参照)、下記の如き2種類の評価量をもとにして、候補パターンの中から適合するものを選択する(⑧、⑨参照)。なお、この評価量としては、次の2つを考え、

- (a) 境界(長さ)一致度; δ_{BND}
- (b) 距離マップ一致度; δ_{MAP}

これらの値が小さい候補パターンが識別結果とされる。こうして、順次識別処理を行ない、識別対象となるプリミティブがなくなれば、識別終了となる(⑩参照)。

第13図は、照合処理過程を説明するための模式図である。

識別対象が同図(A)の如く、複数の物体が重なり合つたものであるとすると、この識別対象の境界は、同図(B)の如くプリミティブPR1~PR7に分解される。3つの物体OBJ-1、OBJ

-2、OBJ-3について、マップMAP-1, MAP-2, MAP-3が同図(B)の如く予め学習されているものとする。これらのマップにはプリミティブ属性や距離マップ等が含まれていることから、例えばプリミティブPR3とPR7については、辞書マップのうちネームが円と楕円のものは、それぞれOBJ-1とOBJ-3しかないで、直ちに照合することができる。なお、この2つの辞書では、距離マップが単純であるので、プリミティブの属性チェックだけでも充分に同定することができる。残りのプリミティブPR1, 2, 4~6については、ネームは「1」の直線であり、辞書にも直線のプリミティブを持つものはOBJ-2だけなので、後は、プリミティブの対応づけを行えばよい。したがって、同図(C)の如く、例えばプリミティブPR2-1を基準にして、これに検査対象のプリミティブを対応付けに行く。直線の場合は端点が失われたり、直線が切れて類似端点が出たりするが、直線の端点は、次の直線との間の交点を求めることにより得られるので、

このようにして端点を推定しながら、距離マップと一致する対応付けを求める。このようにして得られた照合パターンが、上述の如き評価量により評価され、識別結果として同図(D)の如く出力される。なお、評価式は次の如く与えられる。

$$\delta_{\text{BND}} = \frac{\text{照合したプリミティブの総長}}{\text{照合した辞書のプリミティブの総長}} \quad \dots (13)$$

$$\delta_{\text{MAP}} = \sum_{i,j \in G} \left| \frac{M_{ij}^i - \hat{M}_{ij}^i}{M_{ij}^i} \right| \quad \dots (14)$$

ここで、 M_{ij}^i は辞書の距離マップであり、 \hat{M}_{ij}^i は照合したプリミティブから得られた距離マップであり、 G は物体についてのすべての組み合わせを意味するものである。なお、評価量 δ_{BND} は「1」に近い程良く、また、 δ_{MAP} は「0」に近い程良いことは言うまでもない。

以上をまとめると、以下の条件が成立するとき、被検査対象は識別された(一致した)ものとする。

$$|\delta_{\text{BND}} - 1| < \delta_{\text{BNDU}} \quad \dots (15)$$

$$\delta_{\text{MAP}} < \delta_{\text{MAPU}} \quad \dots (16)$$

ただし、 δ BNDU、 δ MAPU は、それぞれ上限設定値である。こうして除別モードでの処理が行われる。

第14図はこの発明の変形例を示す構成図である。この例は、辞書メモリ26、フロッピーディスク装置等の補助記憶装置27を有している点が特徴である。なお、10はフロッピーディスクセットである。

すなわち、学習モード時に得られた物体に関する辞書(MAPデータ)を、大容量の辞書メモリ26に登録しておくことで学習した結果を残しておくものであり、さらには、長期間保存するために、補助記憶として、例えばフロッピーディスク装置27を設け、フロッピーディスクセット10にて管理を行なうようにしたものである。画像処理プロセッサ24は、除別対象の辞書のみを辞書メモリ26から読み出して、照合を行なう。この場合、どの辞書を使用するか否かは、インタフェイス回路25を介して指示するようにする。

〔発明の効果〕

この発明によれば、重なり合った複数の物体についても、境界を所定のプリミティブに分割することで、辞書パターンとして記憶する物体のプリミティブ属性および相関関係、ならびに主特徴点についての距離マップを照合することにより、一般的な物体の識別が可能となるものである。また、この発明では、辞書パターンを学習モードで作成することができるので、識別対象を簡単に辞書へ登録することができる。さらに、物体の輪郭形状をプリミティブにて表現することで、辞書と未知物体との照合の組み合わせを少なくしているので、照合処理の経路を図ることができる利点もたらされるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例を示す構成図、第2図は2値化画像例を説明するための説明図、第3図は学習モード時の処理動作を説明するフローチャート、第4図は学習すべき物体とそのプリミティブ分割態様を説明するための説明図、第5図は物体とその勾配および曲率の関係を説明するため

の説明図、第6図は方向コードとその増、減量を説明するための説明図、第7図は方向コードの決定方法を説明するための説明図、第8図は凸点および凹点を説明するための説明図、第9図は第4図(A)または第5図(A)に示される物体の階層構造を説明するための説明図、第10図は同じく物体の位相関係を説明するための説明図、第11図は各プリミティブの主特徴点を説明するための説明図、第12図は画像処理プロセッサによる除別処理動作を説明するためのフローチャート、第13図は照合処理過程を説明するための模式図、第14図はこの発明の変形例を示す構成図である。

符号説明

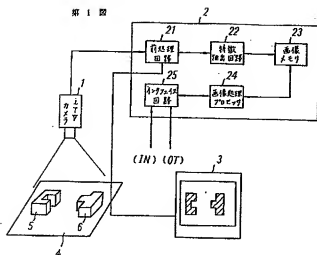
1……工業用テレビジョン(ITY)カメラ、2……物体識別装置、3……モニタテレビ、4……背景、5,6……物体、7……円形物体、8……矩形物体、9……背景、10……フロッピーディスクセット、21……前処理回路、22……特徴抽出回路、23……画像メモリ、24……画像処理プロセッサ、25……インタフェイス回路、26

……辞書メモリ、27……補助記憶装置。

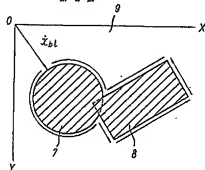
代理人 弁理士 並 木 昭 夫

代理人 弁理士 松 崎 清

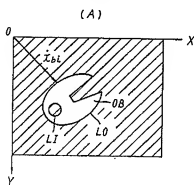
第 1 回



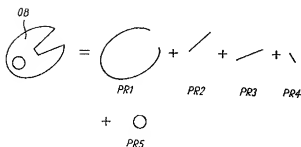
第 2 题



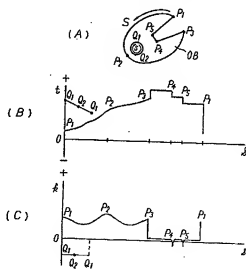
第 4 回



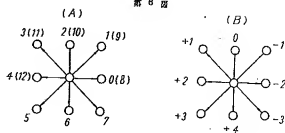
(B)



第 5 图

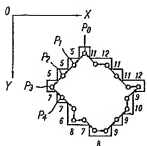


第 6 题

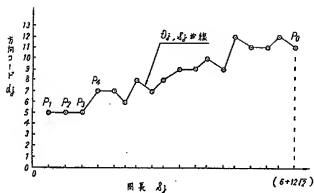


第 7 図

(A)

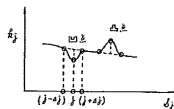


(B)

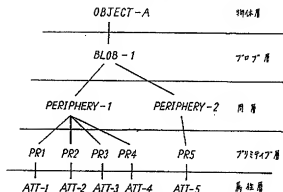
図表 d_j

(6+12/12)

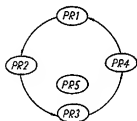
第 8 図



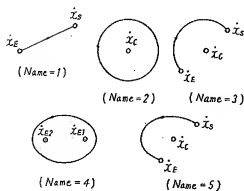
第 9 図



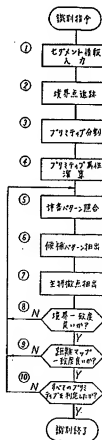
第 10 図



第 11 図



第 12 図



出回路 22 に出力されるとともに、ミキシング回路 21d により同期信号とミキシングされて複合映像信号としてモニタ TV 3 に出力され、このモニタ TV 3 により 2 値画像が観察されるように構成されている。

特設抽出回路 22 は、この 2 値化画像を所定の大さきの画素に分割するとともに、各画素または一水平走査線における画素のつらなりを扱うセグメント等に関する情報を抽出し、DMA (Direct Memory Access) モードで画像メモリ 23 に書き込む。このために、特設抽出回路 22 は、走査線 3 本分の今回、前回、および前々回の 2 値化信号を記憶する 3×3 の 2 次元局部メモリ 22a、水平 (X) 方向タイミング発生回路 22b、垂直 (Y) 方向タイミング発生回路 22c、セグメント検出回路 22d、トップセグメント検出回路 22e、セグメント重複検出回路 22f、右端検出回路 22g、セグメント長カウンタ 22h、セグメント Y 座標検出回路 22i、ジョイント検出回路 22j、単片カウンタ 22k、セグメ

ントラベル・単片番号ラッチ回路 22m、右端座標ラッチ回路 22n、セグメント長ラッチ回路 22o、セグメント Y 座標ラッチ回路 22p、連結対ラッチ回路 22q 等から構成されている。

このような構成において、コンパレータ 21b より出力された 2 値信号は 2 次元局部メモリ 22a に加えられ、メモリ 22a により 3×3 の移動マスクが形成されているため、3×3 の画素が出力される。このとき、6MHz の基本クロックをもとにして、タイミング発生回路 22b、22c よりタイミングパルスが発生される。3×3 の移動マスクにより黒画素の水平方向のつながりであるセグメントの終端がセグメント検出回路 22d で検出され、セグメントデータのメモリへの書き込みのときのアドレス発生に使われる。トップセグメント検出回路 22e は 3×3 の移動マスクで上側の走査線上に黒画素が発生していないセグメントを検出し、そのセグメントを単片カウンタ 22k でカウントさせることにより、単片番号 (セグメントラベルと同じ) を発生させる。つまり、単片

カウンタ 22k の出力はそれまでのトップセグメントの数として出力される。セグメント重複検出回路 22f は前走査線の何番目のセグメントと重なったかをチェックして、その重なったセグメントのラベル (つまり単片番号) を黒目セグメントのラベルとしてセグメントラベル・単片番号ラッチ回路 22m にラッチさせる。右端検出回路 22g は各セグメントの右端を検出して、その検出したときの X 座標を水平方向タイミング発生回路 22b の出力から求め、右端座標ラッチ回路 22n にラッチさせる。同様に、セグメント Y 座標検出回路 22i はセグメントが検出されたときの Y 座標を垂直方向タイミング発生回路 22c の出力から求め、セグメント Y 座標ラッチ回路 22o にラッチさせる。セグメント長カウンタ 22h はセグメント検出のタイミングで、それまでのカウント値をセグメント長ラッチ回路 22a にラッチさせたのちカウンタをクリアし、そして次のセグメントの画素を次々とセグメントの終端を検出するまでカウントしていく。ジョイント検出回路 22j

は着目走査線の前の走査線上で着目セグメントと重なるセグメントが複数ある場合に機能するものであり、複数ある場合にはセグメント重複検出回路 22f で検出された前の重なるセグメントのラベルを対で連結対ラッチ回路 22p にラッチさせる。

このようにして各ラッチ回路にラッチされたセグメント情報は、画像処理プロセッサ 24 内の画像取込指令発生回路 24c からの指令の発生タイミングで画像メモリ 23 に 1 画面分記憶される。このために、画像メモリ 23 は、特設抽出回路 22 内の各ラッチ回路に接続されるバツファ 23a と、セグメントラベルメモリ 23b と、右端座標メモリ 23c と、セグメント長メモリ 23d と、垂直 (Y) 座標メモリ 23e と、連結対データメモリ 23f と、単片数ラッチ回路 23g と、セグメントアドレス発生回路 23h と、連結対アドレス発生回路 23i と、連結対最ラッチ回路 23j とから構成されている。なお、各メモリは RAM にて構成される。セグメントアドレス発生回路 2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-204086

(43)Date of publication of application : 15.10.1985

(51)Int.Cl.

G06K 9/00

(21)Application number : 59-058472 (71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1984 (72)Inventor : HONGO YASUO

(54) OBJECT DISCRIMINATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To discriminate an object correctly even when plural objects overlap one another, by dividing the outline of the object to primitives which are fundamental elements of a graphic and discriminating the object in accordance with degrees of coincidence of primitive expressions.

CONSTITUTION: Boundaries of a discrimination object is decomposed into primitives PR1WPR7 (B). If maps MAP-1, MAP-2, and MAP-3 are learned

preliminarily as shown by a figure E with

respect to three objects OBJ-1, OBJ-2, and OBJ-3, primitives PR1, PR2, and PR4WPR6 are straight lines having name "1", and only the object OBJ-2 has primitives of straight lines when a dictionary is referred to, and therefore, it is sufficient if primitives are allowed to correspond to objects thereafter. Consequently, a primitive PR2-1 is used as a reference to allow primitives of check objects to correspond to it as shown by a figure C.

